



# Eén extra decibel: De druppel die de ratten-emmer deed overlopen

Mariska Koornneef<sup>1</sup> en  
Monique Hamerslag<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hogeschool Inholland, Delft. [Mariska.knf@gmail.com](mailto:Mariska.knf@gmail.com)

<sup>2</sup>Nationale Politie Landelijke Eenheid, Leusden. [Monique.Hamerslag@politie.nl](mailto:Monique.Hamerslag@politie.nl)

## Samenvatting

Bij de Nationale Politie wordt een project uitgevoerd waarbij ratten worden getraind voor opsporingswerk. De training van de ratten gebeurt in een operant chamber. Het project en de operant chamber zijn nog in ontwikkeling. Verschillende harde geluiden uit de operant chamber hebben de training van de ratten erg belemmerd. Geluid met een geluidssterkte van 76 dB, in combinatie met ultrasoon geluid, veroorzaakte in eerste instantie stress bij de ratten. Toen hier nog een extra geluid van 77 dB bij kwam, veroorzaakte dit zo veel angst dat het de training in de operant chamber onmogelijk maakte. De ratten vertoonden abnormaal gedrag en afwijkende voedselinname. Dit bestond vooral uit desinteresse in de voedselbeloning en het eten van karton. De interesse in voedsel, en dus de training van de ratten, kwam pas weer op gang nadat alle karton uit de kooi was verwijderd en het ultrasone geluid was weggenomen.

## Speurratten

In 2011 begon Monique Hamerslag van de Nationale Politie met het trainen van ratten voor de opsporing van geuren. De training begon handmatig, door middel van operante conditionering. De ratten werden toentertijd getraind om de geur van schotresten op te sporen. De werkratten, die overigens na twee jaar met pensioen gingen, bleken hier erg goed in te zijn. De beste ratten behaalden zelfs resultaten van 99% betrouwbaarheid. Toen bleek dat de ratten succesvol waren in het opsporen van geuren werd besloten om het trainingsproces te optimaliseren en automatiseren. Door middel van automatisering in een operant chamber, kan het zogenaamde ‘Slimme Hans effect’ worden voorkomen. Het ‘Slimme Hans effect’ is het verschijnsel waarbij dieren ongemerkt aanwijzingen aflezen aan de lichaamstaal van de mens en hun gedrag daar op afstemmen.

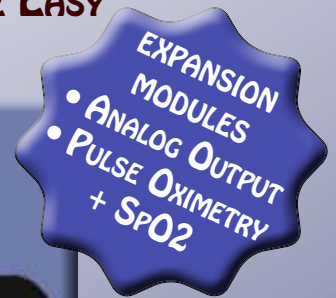
## Operant chamber

Speciaal voor het opsporingsproject van de politie werd een operant chamber gemaakt, die »



# MOUSEMONITOR™

**SURGICAL MONITORING MOUSE AND RAT MADE EASY**



**HEART RATE • SpO2 • TEMPERATURE • ECG • WARMING**

## Better Results

Get better study results while improving surgery quality & survival rate.

## Superior Data

Ultra low-noise, high-resolution ECG, SpO2 & Respiration

## Easy to Use

Durable stainless steel surgical platform AND intuitive touch display

## Stable Prep

Maintain body temp. & monitor vital signs during surgery

UNO BV - POB 15 - 6900AA ZEVENAAR - The Netherlands

PHONE: +31 316 524451 - EMAIL: [INFO@UNOBV.COM](mailto:INFO@UNOBV.COM) - [WWW.UNOBV.COM](http://WWW.UNOBV.COM)



*Afbeelding 1.  
De ART, de  
operant chamber  
waarin de ratten  
worden getraind  
voor het opspo-  
ren van geuren.*

in september 2015 in gebruik werd genomen. De operant chamber (afb. 1) werd 'de ART' genoemd: de Automatic Rat Trainer. Het doel van de operant chamber is dat de ratten leren om verschillende geuren te discrimineren en een melding te geven bij een positief geurmonster. Voordat de ART klaar was, werden de ratten getraind in een houten model van de ART. Hierdoor werd de overstap naar automatische training in de ART zo soepel mogelijk gemaakt voor de ratten. Sinds het begin van de training in de ART hebben verschillende ontwikkelingen plaatsgevonden. De ratten moesten wennen aan het apparaat en wij moesten leren dat innovatie nooit zonder onverwachte tegenslagen gaat. Inmiddels heeft de operant chamber verschillende technische ontwikkelingen doorgemaakt en hebben wij nieuwe inzichten over de impact die geluid kan hebben op ratten.

### Achtergrondinformatie

Harde geluiden kunnen bij dieren niet alleen gehoorbeschadiging veroorzaken, maar ook gedrags- en andere fysiologische problemen (1,2). Bovendien zijn knaagdieren ook gevoelig voor ultrasoon geluid: ook dit kan afwijkend gedrag bij deze dieren veroorzaken (3). Bij ratten kan geluidsoverlast onder andere zorgen voor een verstoorde functie van het maag- darmkanaal, reproductiestoornissen, verminderde afweer, verstoorde hormoonspiegels, afwijkend gedrag en verstoorde voedselopname. Door divers onderzoek zijn verschillende problemen aangetoond bij ratten bij verschillende geluidssterktes (2). Enkele voorbeelden:

- Verminderde vruchtbaarheid bij blootstelling aan ultrasoon geluid van 50-80 kHz bij een geluidssterkte van 80-90 dB (4);
- Verhoogde bloeddruk bij blootstelling aan achtergrondgeluid van 67-124 dB, twee weken lang, acht uur per dag (5);
- Verstoorde slaappatroon bij blootstelling (9 dagen lang) aan achtergrondgeluid van 70 dB met onverwachtse pieken naar 85-103 dB (6).

Wat precies de drempelwaarde is, vanaf welke geluidssterkte problemen kunnen ontstaan, is niet bekend. Dat heeft in ons opsporingsproject bij de politie wat onverwachte problemen veroorzaakt.

»

## Ratten training

Nadat de rat in de operant chamber is gezet, gaat de training als volgt: het geurwiel gaat draaien met daarin zeven negatieve en één positief geurmonster. Het geurwiel komt tot stilstand met een random geur voor de nose-poke. De rat steekt zijn neus in de nose-poke en ruikt aan de geur. Als dit een positief geurmonster betreft, trekt de rat aan het kettinkje. Op het moment dat de rat een correcte melding geeft, laat de voerautomaat een beloning door een buisje de chamber in glijden. De beloning komt uit in een gat in de achterwand van de chamber, waar de rat het kan pakken. Bij een negatief geurmonster moet de rat wachten: dat is de 'melding' voor negatief. Daarna gaat het geurwiel vanzelf weer draaien.

In eerste instantie ging de training in de operant chamber redelijk voorspoedig. De ratten deden hun werk en konden steeds langere trainingssessies aan. Ook werd de training steeds ingewikkelder gemaakt door steeds vaker verschillende negatieve geurmonsters aan te bieden. Op den duur konden de ratten 30 minuten achter elkaar trainen zonder veel fouten te maken. Opvallend was wel dat de ratten veel poepten in de ART. Achteraf gezien was dat het eerste signaal dat er iets was wat stress opleverde bij de ratten.

## Optimalisering operant chamber

Ondanks de vorderingen merkten we dat de ART nog niet optimaal was. Eén van de problemen waar we tegenaan liepen, was dat de ratten de geuren onbedoeld al roken tijdens het voorbijkomen van de monsters, terwijl het geurwiel nog draaide. De ratten reageerden hierop door bij de positieve geur te melden. Dit resulteerde vervolgens in verwarring, aangezien zij hiervoor niet beloofd werden door de operant chamber. Daarom werd eind oktober besloten om een nose-pokeklepje in te voeren. Dit was een elektrisch aangedreven klepje dat dicht ging zodra het geurwiel ging draaien en weer open als het geurwiel tot stilstand kwam. Het motortje van het klepje maakte een hoog zoemend geluid. Achteraf gezien bleek dit geluid de druppel te zijn die de voor ons nog onbekende emmer deed overlopen. Dit had desastreuze gevolgen op de training van de werkratten.

## Geluidsoverlast in de operant chamber

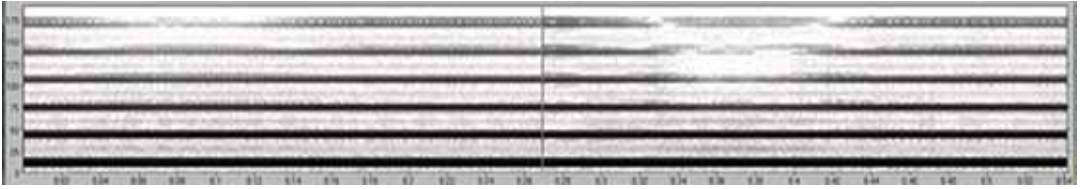
Zonder dat we ons daar bewust van waren produceerde de operant chamber behoorlijk wat geluid. Dat was ook al het geval voordat het nose-pokeklepje werd ingevoerd. Het motortje van het geurwiel maakte een zoemend geluid. Dit leek voor ons op een afstandje geen probleem te zijn. Met een decibelmeter werd echter gemeten dat het motortje binnenin de operant chamber maar liefst  $\pm 76$  decibel produceerde. Behoorlijk veel dus. Tijdens hun training zitten de ratten daar met hun neus bovenop. Het motortje van het nose-pokeklepje wat er later bij kwam, produceerde één decibel meer, namelijk  $\pm 77$  decibel.

Met een batdetector werd later gemeten dat het motortje van het geurwiel tevens ultrasoon geluid produceerde. Het voor ons onhoorbare geluid was voor de ratten hoorbaar als een doorringende pieptoon. Deze was aanhoudend hoorbaar tijdens het draaien van het geurwiel. Met de batdetector werd het geluid van het motortje van het geurwiel uitgedrukt in een oscillogram (afb. 2) en een spectrogram (afb. 3). In het oscillogram kan de geluidsdruk worden afgelezen tijdens het draaien van het geurwiel. In het spectrogram kan worden afgelezen uit welke frequenties het geluid bestaat. De frequentie (kHz) is uitgedrukt tegen de y-as en de tijd tegen de x-as. In het spectrogram geldt: hoe donkerder/dikker de lijnen, hoe harder het geluid. De

Afbeelding 2. Oscillogram (boven) en spectrogram (onder) tijdens het draaien van het geurwiel van de ART.







Afbeelding 3. Gedeelte van het spectrogram tijdens het draaien van het geurwiel van de ART

toon bestaat uit meerdere frequenties van onder andere 12 kHz, 44 kHz en 76 kHz. Aangezien de rat het meest gevoelig is voor een geluidsfrequentie van rond de 40 kHz (2), is dit geluid waarschijnlijk zeer hinderlijk geweest voor de ratten. Door de geluiden van het motortje van het geurwiel leden de ratten al onder stress nog vóór het nose-pokeklepje werd ingevoerd. Vanaf de invoering van het nose-pokeklepje was de maat vol.

### De impact van het geluid

Vanaf de invoering van het nose-pokeklepje, gingen de prestaties van de ratten rap achteruit. Binnen enkele trainingssessies deden de ratten bijna niets meer. De ratten verstijfden in de operant chamber en gingen apathisch in een hoek zitten. Zelfs nadat het klepje buiten werking werd gesteld bleven de ratten qua prestaties achteruit gaan. Alles wat de ratten geleerd hadden, leek helemaal verdwenen. De ratten probeerden weg te komen uit de operant chamber en knaagden aan de deur van de uitgang. Uiteindelijk wilden de ratten zelfs helemaal niet meer de woonkooi uit. Eén van de ratten beet zelfs bij het uit de kooi halen voor een trainingssessie, terwijl normaal nooit gebeten werd.

### Liever karton eten dan een overheerlijke beloning

Voordat de oorzaak van het probleem bekend was, vermoedden we dat de ratten misschien te veel voer kregen, waardoor ze niet gemotiveerd waren. Om de ratten te motiveren over hun angst heen te komen, werd al snel besloten om minder bij te voeren. Verwacht werd dat door voedseldeprivatie de motivatie omhoog zou gaan en de ratten weer zouden werken voor hun beloningen. Dit bleek echter totaal niet te werken. Het opvallendste was dat de ratten hun interesse in de voedselbeloningen hadden verloren. Als beloning in de operant chamber kregen de ratten Royal Canin Mother & Babycat brokjes. Deze zijn handig klein en de ratten zijn er dol op. Nu haalden ze hier hun neus voor op. Zelfs het ‘normale voer’, waarvan overigens nog steeds minder bijgevoerd werd dan normaal, werd niet allemaal opgegeten. Uiteindelijk ontdekten we vreemde, grijzige, papierachtige drolletjes in de kooi. Hierdoor kwamen we er achter dat de ratten karton aten. In hun kooi hadden de ratten kartonnen snippers als bodembedekking en kartonnen dozen als schuilplaatsen. Blijkbaar vulden de ratten daar hun maag mee waardoor ze het gewone voer en de beloningen lieten staan.

De belangrijkste grondstof voor papier en karton is cellulose. Ratten kunnen cellulose (gedeeltelijk) verteren in de blinde darm. De blinde darm van ratten bevat micro-organismen die cellulose kunnen afbreken. Bij dit fermentatieproces, vergelijkbaar met de fermentatie in de pens van een koe, komen bruikbare voedingsstoffen vrij. Bovendien produceren de micro-organismen vitamines tijdens de afbraak van cellulose (7).

Vanaf dat moment besloten we om alle kartonnen- en papieren objecten uit de kooi te halen. Zo konden de ratten hun maag niet meer vullen met karton of papier. Ook was duidelijk dat de geluiden van de operant chamber sterk gereduceerd moesten worden. Dit werd gedaan door middel van een technische aanpassing, waarbij het ultrasonische geluid zelfs geheel werd weggenom- »



Expert in the world  
of research diets



Tecnilab-BMI bv - Brouwer 6 - 5711 LD Someren

Tel: +31 (0)493 440706

Email: [info@tecnilab-bmi.nl](mailto:info@tecnilab-bmi.nl)

[www.sdsdiets.com](http://www.sdsdiets.com)  
the essential resource for quality research diets



men. Dat bleek te helpen. De ratten raakten weer geïnteresseerd in beloningen, wat betekende dat de training weer langzaam kon beginnen. Qua prestaties waren de ratten terug bij af, dus de training moest weer helemaal van het begin af aan opgebouwd worden.

### Conclusie

Geluid kan veel schade aanrichten bij ratten en zeker ultrasoon geluid mag niet vergeten worden. In dit project veroorzaakte geluidsoverlast angst en stress, wat het gedrag en de training van de ratten verstoort. Ook de voedselinname van de ratten was verstoord, waarbij de ratten hun interesse in voer verloren en karton aten. De problemen bij de ratten hielden aan totdat de ratten geen karton meer konden eten én alle geluiden in de operant chamber werden gereduceerd, inclusief het geluid waarbij de ratten oorspronkelijk wél werkten.

### Discussie

Het doel van dit onderzoek was om ratten zo goed en diervriendelijk mogelijk te trainen. Niet om onderzoek te doen naar het effect van geluidsoverlast op ratten. De bevindingen omtrent het geluid waren een ongewenste bijkomstigheid. Met oog op het welzijn van de ratten werden de problemen zo snel mogelijk opgelost. Hierbij werd uiteindelijk zelfs wanhopig van alles geprobeerd om de ratten weer op hun gemak te stellen in de operant chamber. Hierdoor spelen wellicht verschillende factoren een rol, terwijl deze niet zijn onderzocht. Bovendien werd al het papier en karton weggehaald, zodra ontdekt werd dat de ratten het opaten. Het eten van karton is dus gebaseerd op slechts enkele waarnemingen van grijzige feces, het verdwijnen van karton en de observatie van één karton etende rat. Ook werden voor dit project slechts zeven ratten gebruikt. Alle zeven ratten vertoonden stress en angst signalen als gevolg van de geluidsoverlast.

### Financiële steun

Dit onderzoeksproject is financieel ondersteund door OLAF, het Anti Fraude Bureau van de Europese Unie.





## Positive Discovery

Welcome to a world in which every research model is designed to enhance a life – a world in which animal care is of paramount importance and our customers are at the heart of everything we do at Envigo.

Working together with our customers, Envigo is creating the foundations to a world in which human lives are improved and scientific knowledge is advanced on a daily basis.

Discover your own positive outcomes at Envigo today.

[envigo.com](http://envigo.com)



[envigo.com](http://envigo.com)







## Literatuurlijst

1. Brouček J (2014). *Effects of noise on performance, stress and behavior of animals*. Slovak Journal of Animal Science 47(2), 111-123.
2. Castelhana-Carlos MJ, Baumans V (2009). *The impact of light, noise, cage cleaning and in-house transport on welfare and stress of laboratory rats*. Laboratory Animals 43, 311-327.
3. Florijn WJ, Klis SF (2004). *Een lichtbron met bijproduct: Ultrasoon geluid door HF TL-armatuur*. Biotechniek 43(1), 7-11.
4. Zondek B (1964). *Effect of Auditory stimuli on female reproductive organs*. Transactions of the New England Obstetrical and Gynecological Society 18, 177-185.
5. Morseth SL, Dengerink HA, Wright JW (1985). *Effect of Impulse Noise on Water Consumption and Blood Pressure in the Female Rat*. Physiology & Behavior 34, 1013-1016.
6. Rabat A, Bouyer JJ, George O, et al. (2006). *Chronic exposure of rats to noise: Relationship between long-term memory deficits and slow wave sleep disturbances*. Behavioural Brain Research 171, 303-312.
7. Yang MG, Manoharan K, Young A.K (1997). *Influence and degradation of dietary cellulose in cecum of rats*. Journal of Nutrition, 260-264.



«